

Technická univerzita v Liberci
Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická

Katedra: Chemie
Studijní program: Magisterský
Kombinace: Chemie – Fyzika

Využití hydroosevu k uzavírání skládek
Application of hydrosowing to reclamation of landfills

Diplomová práce:

Autor:

Pavčina Kubrová, Bc.

Podpis:

.....

Adresa:

Mladá 801

463 12, Liberec - Vesec

Vedoucí práce:

Prof. Ing. Josef Šedlbauer, Ph.D.

Konzultant:

Ing. Jan Grégr

Počet

stran	slov	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
68	11 336	26	4	16	0

V Liberci dne:

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Využití hydroosevu k uzavírání skládek vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne: 5.12.2012

Pavčina Kubrová, Bc.

.....

Poděkování

Ráda bych tímto vyjádřila poděkování vedoucímu mé diplomové práce Prof. Ing. Josefu Šedlbauerovi, Ph.D. a konzultantovi Ing. Janu Grégrovi za poskytnuté konzultace, za zasvěcené vysvětlování problémů tvorby diplomové práce a za podnětné rady a cenné připomínky směřující ke zpracování této práce.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá využitím hydroosevu k uzavírání skládek v podmínkách České republiky z hlediska dopadů na životní prostředí, platné legislativy a ekonomických parametrů.

V závěru je shrnuta využitelnost této metody alternativního pokrývání skládek a srovnání s klasickou technologií pokrývání zeminou.

SUMMARY

This thesis deals with the use of hydroseeding to the reclamation of landfills in the Czech Republic in terms of environmental impact, current legislation and economic parameters.

The conclusions summarize applicability of this method of alternative landfill cover and compares it to conventional technologies, namely covering with soil.

Obsah

1. Úvod.....	8
1.1. Mezinárodní právní předpisy.....	9
1.2. Vnitrostátní právní předpisy	10
1.2.1. Vnitrostátní právní předpisy zákonné	10
1.2.2. Vnitrostátní právní předpisy podzákonné	11
1.3. Definice odpadu	11
1.3.1. Komunální odpad.....	12
1.3.2. Skládkování odpadů.....	12
2. Alternativní metody pokrývání skládek.....	15
2.1. Co je pokrývání skládek?	15
2.2. Proč alternativní pokrývání skládek?	16
2.3. Metody alternativního pokrývání skládek.....	16
3. Alternativní pokrývání skládek zařízením pro hydroosev	21
3.1. Co je hydroosev.....	21
3.1.1. Historie.....	21
3.1.2. Princip hydroosevu	21
3.1.3. Všestrannost hydroosevu	23
3.1.4. Výhody hydroosevu	24
3.2. Strojní zařízení pro denní pokrývání skládek ADC materiály	25
3.2.1. Provedení strojů pro aplikaci ADC.....	25
3.2.2. Popis vybraných zařízení pro aplikaci ADC.....	26
3.3. Materiály pro alternativní pokrývání skládek	29
3.3.1. Waste-Cover	29
3.3.2. Enviro-Cap + standardní mulčovací materiál	31
3.3.3. BioCover.....	32
3.3.4. Hydro LF.....	34
3.4. Popis aplikace ADC materiálů	35
3.4.1. Tabulky s dávkováním ADC materiálů	37
3.5. Výhody použití alternativního pokrývání skládek použitím ADC mulčovacích materiálů	38

4.	Výsledky a diskuze	39
4.1.	Teoretický výpočet celkové finanční úspory za 1 rok	39
4.1.1.	Výpočet nákladů na pokrývání skládky zeminou	39
4.1.2.	Výpočet nákladů na pokrývání skládky ADC materiály	40
4.1.3.	Výpočet finanční úspory použití pokrývání skládky ADC materiály oproti pokrývání skládky zeminou za 1 rok.....	41
4.1.4.	Výpočet ztraceného volného objemu skládky pokrýváním zeminou ..	41
4.2.	Příklad výpočtu č. 1 – menší skládka komunálních odpadů	42
4.2.1.	Popis skládky	42
4.2.2.	Vstupní data skládky pro provedení výpočtu	44
4.2.3.	Výpočet nákladů na pokrývání skládky zeminou	45
4.2.4.	Výpočet nákladů na pokrývání skládky ADC materiály	46
4.2.5.	Výpočet finanční úspory použití pokrývání skládky ADC materiály oproti pokrývání skládky zeminou	47
4.2.6.	Výpočet ztraceného volného objemu skládky pokrýváním zeminou ..	47
4.3.	Příklad výpočtu č. 2 – větší skládka komunálních odpadů	48
4.3.1.	Popis skládky	48
4.3.2.	Vstupní data skládky pro provedení výpočtu	50
4.3.3.	Výpočet nákladů na pokrývání skládky zeminou	51
4.3.4.	Výpočet nákladů na pokrývání skládky ADC materiály	52
4.3.5.	Výpočet finanční úspory použití pokrývání skládky ADC materiály oproti pokrývání skládky zeminou	53
4.3.6.	Výpočet ztraceného volného objemu skládky pokrýváním zeminou ..	53
4.4.	Shrnutí výsledků výpočtů.....	54
4.5.	Posouzení ekonomické výhodnosti zakoupení vlastního zařízení pro ADC pokrývání skládek	55
5.	Uzavření skládky rekultivací	57
5.1.	Příklad uzavření skládky rekultivací	58
6.	Závěr	64
7.	Citovaná literatura.....	66
8.	Seznam obrázků.....	67

1. Úvod

V současnosti končí přibližně 76% odpadu na skládkách, což vede řadu firem k zamyšlení jak skládky zefektivnit. Jednou z možností zefektivnění skládek je získání většího volného objemu skládky pro odpady a tím následné prodloužení životnosti skládky. Největší podíl na ubývání volného objemu skládky má pokrývání aktivní otevřené plochy, které by mělo být prováděno v pravidelných intervalech. Tyto intervaly se liší dle konkrétních směrnic vlastních skládek. S prodloužením životnosti skládek vzniká velká finanční úspora, protože není nutné tak často provádět etapové rekultivace a následně zakládat nové skládky. Zakládání nových skládek je finančně velice náročné a výběr vhodné lokality je stále komplikovanější. Se zakládáním dalších skládek souvisí i následný dopad na životní prostředí v okolí skládek.

Na problematiku související se zefektivněním pokrývání skládek jsem se zaměřila ve své diplomové práci.

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení možností využití alternativního pokrývání skládek technologií hydroosevu v podmínkách České republiky z hlediska dopadů na životní prostředí, platné legislativy a ekonomických parametrů.

Diplomová práce je rozdělena do šesti kapitol. V první kapitole bude nastíněna základní legislativní úprava, a to jak vnitrostátní, tak i mezinárodní. V následující kapitole jsou zmíněny alternativní metody pokrývání skládek. Ve třetí kapitole je vysvětlen pojem hydroosev a jeho veškeré využití, které je velice široké. U strojního zařízení pro hydroosev jsou zmíněny z veškerého sortimentu pouze stroje, které jsou vhodné pro alternativní uzavírání skládek. V této části jsou dále popsány materiály, které jsou vhodné pro alternativní pokrývání skládek včetně jejich dávkování a aplikace. Kapitola čtvrtá je stěžejní částí diplomové práce. Je zaměřena již na samotné výpočty nákladů pro různé velikosti skládek. Jsou zde provedeny výpočty nákladů pro pokrývání skládek zeminou a ADC materiály (materiály pro alternativní denní pokrývání skládek). Tyto dvě metody jsou porovnány z hlediska finanční náročnosti a vzhledem k úspoře volného objemu

skládky. Pátá kapitola se věnuje dalšímu využití hydroosevu při uzavírání skládky rekultivací a je zde uveden konkrétní případ rekultivace.

V závěru jsou uvedeny poznatky, ke kterým jsem v průběhu zpracovávání diplomové práce dospěla.

1.1. Mezinárodní právní předpisy

Legislativa České republiky je ovlivňována mezinárodněprávními předpisy Evropské unie, jejímž členem je Česká republika od roku 2004.

Z mezinárodních právních předpisů je nejvýznamnější globální dokument zabývající se odpadovým hospodářstvím respektive pohybem nebezpečných odpadů přes hranice států za účelem jejich zneškodňování i využívání. Tímto dokumentem je Basilejská úmluva, která byla uzavřena 22. března roku 1989 a vstoupila v platnost v roce 1992. Tuto smlouvu podepsalo 90 států. Česká republika je členským státem Basilejské úmluvy od 1. ledna 1993 jako nástupnický stát po rozpadu ČSFR a povinnosti vyplývající z členství jsou zakotveny v zákoně o odpadech. Cílem Basilejské úmluvy je snížit a zajistit kontrolu pohybu nebezpečných a ostatních odpadů, které jsou předmětem Úmluvy, přes hranice států, zneškodňovat nebezpečné odpady a ostatní odpady co nejbližší jejich zdroji, minimalizovat vznik nebezpečných odpadů co do množství a nebezpečnosti a v neposlední řadě také zakázat přepravu nebezpečných odpadů do zemí, které nedisponují legislativní, administrativní a technickou kapacitou k jejich řízení a zneškodňování.¹

1.2. Vnitrostátní právní předpisy

1.2.1. Vnitrostátní právní předpisy zákonné

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů.

Základním vnitrostátním právním předpisem odpadového hospodářství je zákon o odpadech. Ten patří mezi velmi mladé právní předpisy. Důvodem toho je, že teprve až v roce 1991 byl přijat první opravdový zákon o odpadech. Do té doby neexistovala komplexní právní úprava pro nakládání s odpady. Z toho vyplývá, že odpady se ukládaly dříve téměř bez jakýchkoli pravidel. Dnešní zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech je již třetí verzí od zmíněného roku 1991, po zákonu č. 238/1991 Sb., o odpadech a zákoně č. 125/1997 Sb., o odpadech. I toto poukazuje na složitosti problematiky nakládání s odpady.²

Zákon o odpadech byl mnohokrát novelizován v rámci transpozice směrnic EU a stal se díky tomu velmi nepřehledným a složitým, i když stále funkčním předpisem. Poslední změnou prošel v květnu loňského roku a to novelou č. 154/2010.

Ostatní zákonné právní předpisy, které souvisejí s problematikou skládek odpadů, uvedu jen zkratkovitě, s odkazem na konkrétní problematiku, kterou upravují:

Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání

Zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník

Uvedené právní předpisy upravují problematiku týkající se subjektů provozujících skládky odpadů. Vymezují odborné požadavky na provozovatele skládky odpadů, typy živností či právní formy společností provozujících skládky odpadů.

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí

Zákon č. 183 / 2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů

Právní úprava týkající se výstavby skládek odpadů není konkretizována v jednom

právním předpise, ale je roztroušena v mnoha právních předpisech a nelze tedy vycházet pouze z jednoho právního předpisu. Co se týče procesu výstavby skládky je rozhodně tím nejdůležitějším a hlavním předpisem zákon č. 183/2006 Sb., stavební zákon. Zde se skládkou rozumí stavba, která je v naprosté většině případů stavbou dočasnou, u níž je jasně stanovena a zároveň omezena doba trvání.³

1.2.2. Vnitrostátní právní předpisy podzákonné

Níže uvedené vyhlášky jsou z podzákonných právních předpisů týkající se skládek odpadů nejdůležitější a ostatní zákonné právní předpisy na ně ve svých ustanoveních často odkazují. Vyhlášky byly v nedávné době také novelizovány v důsledku jejich souznění s evropskými předpisy.

Vyhláška 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.

Tato vyhláška se zabývá technickými požadavky a podmínkami provozování skládek a řada ustanovení se často na tuto vyhlášku odvolává. Je zde upraven seznam odpadů zakázaných ukládat na skládku odpadů. Vyhláška byla v loňském roce novelizována.

Vyhláška 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Tato vyhláška upravuje náležitosti žádosti o udělení souhlasu k provozování skládek odpadů, obecné požadavky týkající se skládek, obsah provozního řádu a provozního deníku skládky atd.⁴

1.3. Definice odpadu

Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. (Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech).

Odpady provázejí člověka po celou dobu civilizace. Vznikají při průmyslové činnosti, zemědělství, dopravě a při běžném životě člověka v konzumní společnosti.

Odpadem rozumíme to, co vzniká při úpravě surovin, výrobě zboží, jeho užívání a nakonec se (po ukončení životnosti) stává odpadem výrobek sám. Odpad je každá věc, která pro člověka ztratila užitnou hodnotu. Odpad také vzniká v každé fázi výrobního cyklu a samozřejmě po dovršení výrobního cyklu si spotřebitel zakoupí hotový výrobek, kde se následně stává odpadem obal.

Příroda je v lokálním i globálním měřítku schopna bez ničivých následků pojmout pouze omezené množství odpadů. Proto je potřebné a z hlediska dalšího zdravého vývoje lidstva nutné, aby se člověk o své odpady postaral a omezil jejich škodlivé působení správným zneškodněním. Zamezení škodlivému působení odpadů v prostředí je jedna z možností, jak se s odpady vypořádat.

1.3.1. Komunální odpad

Komunálním odpadem je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v prováděcím právním předpisu s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.

Z hlediska evidence odpadů je komunální odpad chápán v rozšířené podobě jako „Odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů, včetně složek odděleného sběru“. Odpad skupiny 20 Katalogu odpadů, vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů.

1.3.2. Skládování odpadů

V České republice se v současné době skládáním odpadů odstraňuje převážná část odpadů. Ekonomicky výhodnější jsou skládky velkých rozměrů, protože investiční náklady na zakládání skládky je možno rozložit na větší objemy odstraňovaného materiálu. Řízená skládka je jediným zařízením pro ukládání odpadů, která vyhovuje zásadám ochrany životního prostředí. Je to technické zařízení určené k ukládání určených druhů odpadů za přesně specifikovaných technických a provozních podmínek a při průběžné kontrole jejich vlivu na životní

prostředí. Oblast, ze které je organizován svoz odpadů na danou skládku se nazývá svozovou oblastí.⁵

1.3.2.1. Zásady řízeného skládkování

- odpady jsou sváženy do vhodně upravených prostor, dle provozního plánu
- jsou rozhrnovány a důkladně zhutňovány kompaktory přibližně v půlmetrových vrstvách, které mají mírný sklon až do výše cca 2 m
- zhutněný odpad je denně shora i ze stran pokrýván cca 15 - 20 cm silnou vrstvou zeminy
- skládka se po konečném zaplnění uzavře rekultivací (většinou v několika etapách)

Ideální skládka komunálních odpadů by měla být co nejhlubší a měla by mít co nejmenší povrch. Především tvar a hloubka skládky představuje důležitou roli při vzniku skládkového plynu, způsobu jeho migrace, sycení odpadu vodou a ohrožení životního prostředí v okolí skládky. Příliš mělké skládky (cca 5 m a méně) jsou náchylné k „otravě kyslíkem“ (aerobizaci), což je zastavování biodegradačních procesů a tím i nadměrné kontaminaci průsakových vod. Hutnění skládky kompaktory má význam technický i technologický (v hutněné skládce dochází rychleji k anaerobizaci (vytěsnění vzduchu), zastavením anaerobních rozkladů se omezuje ve větší míře zápach. Hutněním se omezuje pohyb lehkých podílů odpadu větrem i aktivita nežádoucích živočichů jako jsou hlodavci nebo ptáci), ekonomický (čím více je skládka zhutněna, tím větší množství odpadu se uloží na skládku) a bezpečnostní (na zhutněné ploše vzniká požár obtížněji a pokud již k požáru dojde, lze snadno uhasit). Jako hutnicí mechanismy se používají kompakторы ve výjimečných případech buldozery a vibrační válce, které jsou nevhodné).⁶

1.3.2.2. Druhy skládek

Podle vyhlášky MŽP o podrobnostech nakládání s odpady 383/2001 a nověji

Vyhlášky 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, se skládky dělí podle technického zabezpečení na 3 skupiny:

- **skupina S-IO** – inertní odpad určená pro inertní odpady kategorie ostatní odpad, jejichž vodný výluh nepřekračuje v žádném z ukazatelů limitní hodnoty výluhové třídy č. I (dle normy) a limitní hodnoty koncentrace organických škodlivin v sušině. Pro účely evidence a ohlašování odpadů a zařízení se skládky této skupiny označují S-IO.

- **skupina S-OO** – ostatní odpad určená pro odpady kategorie ostatní odpad, jejichž vodný výluh nepřekračuje v žádném z ukazatelů dané limitní hodnoty vodného výluhu. Pro účely evidence a ohlašování odpadů a zařízení se skládky této skupiny označují S-OO a dělí na podskupiny S-OO1, S-OO2 a S-OO3.

- **skupina S-NO** – nebezpečný odpad určená pro nebezpečné odpady. Pro účely evidence a ohlašování odpadů a zařízení se skládky této skupiny označují S-NO.

Technologii alternativního pokrývání skládek pomocí zařízení pro hydroosev lze využít pro skupinu skládek S-IO a S-OO včetně jejich podskupin. Není vhodná pro skupinu S-NO. ⁷

2. Alternativní metody pokrývání skládek



2.1. Co je pokrývání skládek?

Předpisy vyžadují, aby se skládky pevných odpadů pokrývaly vrstvou minimálně 10-15 cm zeminy.



Obrázek 1: Těžká technika pro dopravu zeminy

Toto pokrytí skládky má za cíl:

- Minimalizovat přenos různých chorob.
- Pokrytá skládka neláká veškerou zvěř.
- Ochrana spodních vod a omezení eroze.
- Omezení potenciálního nebezpečí vzniku požáru.
- Minimalizace znečištění okolí vlivem větru a počasí.
- Omezení škodlivého a nepříjemného zápachu.

2.2. Proč alternativní pokrývání skládek?

Řada skládek odpadků po celém světě využívá alternativního denního pokrývání skládek. Klasické pokrývání skládek je poměrně nákladné a pracné, protože se musí pokrývat (ve většině případů denně) vrstvou zeminy o výšce cca 10-15 cm. Další nevýhodou klasického pokrývání skládek je značné narůstání celkového objemu skládek vlivem této vrstvy zeminy. Úspora nákladů při alternativním pokrývání skládek ADC materiály a hodnota ušetřeného narůstajícího objemu skládek jsou velice významné.

Krátkodobé úspory výdajů související s přechodem na alternativní denní pokrývání skládek na vláknitém základu jsou bezprostřední. Dlouhodobé úspory výdajů s ohledem na možné rozšíření na více skládkách jsou zásadní.



Obrázek 2: Příklad aplikace ADC materiálu na skládce

2.3. Metody alternativního pokrývání skládek

Problematikou zefektivnění pokrývání skládek se v průběhu několika desítek let zabývala řada odborných studií a publikací.

Pro alternativní pokrývání skládek lze použít celou řadu materiálů:

Inertní materiály:

- písek
- stavební materiál, sut'
- popílek
- popel
- struska
- drcený technický porcelán

Organické materiály:

- dřevitý odpad, piliny
- travní biomasa
- sláma
- kompost

Ostatní materiály:

- geotextilie
- folie
- mulčovací materiály
- ADC materiály pro hydroosev
- pěny

Důvodů proč hledat alternativní materiály pro pokrývání skládek bylo několik:

- nedostatek zeminy či ornice
- snaha o použití materiálů, které budou mít co nejpříznivější vliv na okolí a životní prostředí (například zápach, průsak do spodních vod apod.)
- omezení neustálého narůstání objemu skládek materiály, které se využívají na pokrývání skládek
- hledání ekonomicky výhodnějších technologií pro pokrývání skládek

Block a kol. (2004) se zabývají porovnáním různých kombinací materiálů na základě vhodnosti pro denní pokrývání skládek. Tato studie byla provedena v Kanadě.

Byly porovnávány tyto materiály:

1. Písek - 100%
2. Směs dřevitého odpadu + popel – poměr 80/20%
3. Směs písek + popel - poměr 50/50%
4. Směs písek + popel + dřevitý odpad – poměr 40/30/30%
5. Směs popel + dřevitý odpad – poměr 60/40%
6. Popel – 100%
7. Dřevitý odpad – 100%

Směsi obsahující popel je možné používat jako materiál pro pokrývání středních vrstev skládkového tělesa, ale nikoliv jako materiál pro povrchové vrstvy uzavíraných skládek.

Směsi s popelem mají výhodu v tom, že částice popela mají schopnost vytvořit relativně pevnou krustu. Jejich nevýhodou je, že mají negativní vliv na růst rostlin. Směsi obsahující popel mají příliš vysokou hodnotu pH, která se v některých případech přibližuje hodnotě 13,3.

Směsi obsahující písek jsou nevýhodné z důvodu odplavování písečných částic, které při deštivém počasí odkrývají pokrytý povrch skládky.

Z výše uvedených směsí je pro alternativní pokrývání skládek nejvhodnější směs dřevitého odpadu a popela v poměru 80/20%. Je to z důvodu relativně malého množství popela, které je dostačující pro vytvoření ochranné krusty a současně nezpůsobuje stres pro rostliny při použití v povrchové vrstvě.

Ostatní směsi vykazovaly obdobné vlastnosti pro alternativní pokrývání skládek.

Úspora ztraceného volného objemu skládek se u těchto směsí a materiálů liší, ale v případě nejvhodnějšího materiálu (směs dřevitého odpadu a popela v poměru 80/20%) je stále nedostatečná.⁸

Jedním z důvodů, proč není tato metoda aplikovatelná ve větším měřítku v našich podmínkách je skutečnost, že náš průmysl neprodukuje dostatečné množství dřevitého odpadu použitelného pro pokrývání skládek.

Několik studií se soustředilo na optimalizaci vlastního skládkového tělesa po stránce rozměrů, tvaru a jednotlivých fází skládkování. S tím souvisí i problematika zhutňování odpadků na skládkách.

Hurst (2005) se zabýval měřením uvolňovaných skládkových plynů v závislosti na hustotě kompostových materiálů. Tato studie byla provedena v Anglii.

Uvolňování skládkových plynů je velkým problémem skládek, protože působí negativně přímo na okolí skládek. Studie prokázala, že dostatečná hustota kompostových materiálů pro pokrývání skládek je cca 740 kg/m³. Při této hustotě dochází k omezení prostupu skládkových plynů až o 97%. Je to samozřejmě ovlivněno složením uvolňovaných skládkových plynů, které jsou závislé na materiálech ve spodních vrstvách skládek.⁹

Kittle a kol. (1993) se zabýval shrnutím základních požadavků na ADC materiály.

Porovnával vlastnosti geotextilií, netvrdící pěny, tvrdící pěny a půdy pro použití jako materiálů pro alternativní pokrývání skládek.

Porovnávané materiály:

- 1) Geotextilie
- 2) Netvrdící pěny
- 3) Tvrdící pěny
- 4) Půda

Základní požadavky na ADC materiály:

- 1) Zábрана při přenosu chorob
- 2) Odolnost vůči požárům
- 3) Omezení zápachu
- 4) Zábрана úniku odpadků

Zábрана při přenosu chorob

Jedna z hlavních vlastností ADC materiálů je omezení přenosu chorob. Tuto vlastnost splňují nejlépe materiály, které znemožní pohyb živočichů po povrchu a znemožňují přistání hmyzu a ptactva. Tato vlastnost závisí vždy na správné aplikaci a klimatických podmínkách.

Odolnost vůči požárům

Vlastností geotextilií je to, že jsou hořlavé a samozhášecí.

Netvrdící pěny jsou nehořlavé, protože jsou z větší části tvořeny vodou. Půda je nehořlavá.

Omezení zápachu

Schopnost omezení zápachu závisí vždy na druhu skládkovaného materiálu, klimatických podmínkách a tloušťce zábrany.

Omezení zápachu je velice individuální a nikdy nelze zcela zabránit zápachu.

Zábrana úniku odpadků

Všechny testované materiály zabránily znečištění okolí vlivem větru, pokud byly správně aplikovány. Nevýhodou geotextilie je velmi komplikovaná instalace na povrch ve větrném počasí.¹⁰

Bohužel řada výše uvedených alternativních pokrývání skládek má relativně vysokou pracnost a náročnost, která neumožňuje zásadně snížit finanční náklady na pokrývání skládek.

Buttman (2009) popisuje výhody použití nového materiálu pro alternativní pokrývání skládek zařízením pro hydroosev. Jedná se o materiál BioCover, který vyrábí firma PROFILE Products LLC. Tento materiál je vyráběn z dřevitých vláken v kombinaci s celulózovými vlákny a hydro-koloidním fixátorem. Splňuje veškeré požadavky na ADC materiály, snadno se aplikuje, je netoxický a biologicky rozložitelný.¹¹

Myslím si, že by tento materiál mohl vyhovovat pro použití v našich podmínkách.

Tato technologie se začala v USA používat v 90. letech minulého století a dnes ji využívá řada skládek i v jiných částech světa.

Touto technologií se budu zabývat v další části diplomové práce.

3. Alternativní pokrývání skládek zařízením pro hydroosev

3.1. Co je hydroosev

Je kvalitní metoda osevu, při níž se používá směs složená z vody, osiva, mulčovacího materiálu a různých dalších přísad, jako jsou např. hnojiva, fixační složky a půdní doplňky.

V případě použití hydroosevového zařízení při projektech alternativního pokrývání skládek, snižování prašnosti popílkovišť elektráren apod. se do hydroosevové směsi nepřidává osivo.

3.1.1. Historie

Hydroosev vznikl před více než padesáti lety jako způsob efektivního osevu velkých a těžko dostupných ploch. Původně se jednalo o proces o dvou krocích, kdy se nejprve rozeselo osivo a poté bylo překryto mulčovacím materiálem. Později se osivo začalo míchat s mulčovacím materiálem, aby bylo možné aplikovat obě složky současně. Od této doby se do směsi přidávají také hnojiva a jiné doplňky, které činí hydroosev ještě efektivnějším.

3.1.2. Princip hydroosevu

Složky, které tvoří hydroosévací směs, jsou míchány v nádrži. Tato nádrž je připevněna na šasi nákladního automobilu či přívěsu. Směs je po promíchání nastříkána na určitou plochu tak, že tvoří jednolitou vrstvu materiálu, který odolává erozi, udržuje vlhkost a zvyšuje klíčivost. Při aplikaci jsou semena obalena mulčovacím materiálem, který zadržuje vodu. Jak rostliny klíčí a rostou, vlákna mulče se postupně rozkládají, čímž se do půdy uvolňují organické živiny. Semena vyžadují ke klíčení vodu a teplo, což jim hydroosev poskytuje.



Obrázek 3: Aplikace hydroosevu hadicí s tryskou, zařízení TM35-7R



Obrázek 4: Aplikace hydroosevu věžovou stříkácí jednotkou, zařízení C95



Povrch po aplikaci hydroosevu



Povrch po vyklíčení osiva

3.1.3. Všestrannost hydroosevu

Hydroosev má celou řadu využití. Osvědčil se i při osevu velkých nepřístupných ploch a v jiných komplikovaných projektech, kde nelze využít tradiční metody osevu. Je ekonomicky výhodnějším způsobem zakládání trávníku než je jeho pokládání a rychlejší než klasické osévání. Hydroosev není omezen jen na trávy. Lze ho použít i pro směsi semen polních květů a stromů při obnově porostu, zabránění půdní erozi, apod.

Některé z typických projektů, kde je hydroosev úspěšně využíván:

- trávníky a parky



- projekty s protierozním zaměřením



- rekultivace a obnovení vegetace



- golfové hřiště, sjezdovky



- stabilizace svahů



- snížení prašnosti



- pokrývání skládek



Obrázek 5: Příklady využití hydroosevu - před a po aplikaci

3.1.4. Výhody hydroosevu

Je to metoda vhodná pro boj s půdní erozí a obnovu vegetace. Rychlá jednorázová aplikace je velmi úsporná. Další výhody zahrnují rovnoměrné rozptýlení směsi, rychlejší a vyšší klíčivost. Hydroosev je univerzální technikou, která se dá přizpůsobit jakémukoli projektu, povrchu či klimatickým podmínkám.

- aplikace v jednom kroku
- stejnoměrné rozptýlení osiva
- rychlá aplikace, kontrola vlhkosti
- působí proti erozi
- stejnoměrné rozptýlení živin
- rychlejší klíčení a vyšší klíčivost

3.2. Strojní zařízení pro denní pokrývání skládek ADC materiály

Pro alternativní pokrývání skládek se používají pouze stroje pro hydroosev s mechanickým lopatkovým promíchávacím systémem. Důvodem je potřeba přípravy aplikační směsi s určitou hustotou, kterou stroje s tryskovým promíchávacím systémem nejsou schopny připravit. Stroje vhodné pro aplikaci ADC materiálů vyrábějí dva největší výrobci zařízení pro hydroosev. Jsou to americké firmy Easy Lawn a Bowie.

3.2.1. Provedení strojů pro aplikaci ADC

3.2.1.1. Provedení dvouosý přívěs

Dle potřeb jednotlivých skládek mohou být stroje v provedení dvouosý přívěs, který lze přemísťovat po skládce pomocí stávajícího tahače (například traktor nebo jiná technika na skládce).



Obrázek 6: Zařízení Easy Lawn C95 v provedení dvouosý přívěs

3.2.1.2. Provedení kontejnerová nástavba

Další variantou provedení stroje pro aplikaci ADC materiálů může být provedení kontejnerová nástavba, kterou lze pro aplikaci snadno naložit na běžný nákladní automobil s kontejnerovým nosičem.



Obrázek 7: Zařízení Easy Lawn C95 v provedení kontejnerová nástavba

3.2.2. Popis vybraných zařízení pro aplikaci ADC

3.2.2.1. Zařízení pro menší skládky

Easy Lawn Série CONTRACTOR SC60/SC75/SC90



Obrázek 8: Zařízení Easy Lawn Contractor SC60

Tento typ stroje je menší alternativou klasických skládkových strojů (série Contractor C95 LF a C125 LF). Pořizovací cena je nižší, má menší pracovní nádrž, tudíž je vhodnější pro menší skládky.

Zařízení série Contractor SC60/75/90 jsou navrženy pro osev menších a středně velkých ploch. Jsou standardně vybaveny Easy Lawn HPV čerpadlem, které vyvíjí maximální možný tlak, jakého je u strojů této velikosti možné dosáhnout. Využívají

lopatkový promíchávací systém pro rychlou přípravu hydroosevové směsi.

Základní princip konstrukce modelů SC60/75/90 je možnost přizpůsobit stroj různým potřebám. Může se vybrat typ motoru, různá přídatná zařízení a upravit tak konfiguraci stroje dle potřeb a požadavků. Standardní výbava hydroosévací jednotky zahrnuje hadici délky 30 m o průměru 32 mm a manuální naviják na hadici. Lze doplnit věžovou stříkací jednotku, elektrický naviják na hadici a proplachovací nádrž. Díky věžové stříkací jednotce je možné dostříknout až do vzdálenosti až 36 m. Vyměnitelné vějířové trysky umožňují maximálně přesnou aplikaci. Při současném použití věžové stříkací jednotky a hadice mohou být i velké plochy osety velice rychle a efektivně.

Popis zařízení:

Nádrž :	Nerezová ocel
Čerpadlo:	4" x 3" odstředivé
Plnicí otvor:	19" (48 cm)
Hadice:	Proplétaná, délka 30 m, průměr 32 mm
Promíchávání:	Lopátkové, hydromotor
Stříkací trysky:	3 ks (2 vějířové, 1 přímá)
Ovládání:	Mosazné kulové ventily
Provozní kapacita:	SC60 500 galonů (1890 l) SC75 700 galonů (2650 l) SC90 800 galonů (3030 l)
Motor:	35 PS Vanguard OHV, dvouválcový
Rozstřík. rozsah (věž):	cca 36 m
Rozstřík. rozsah (hadice):	hadice 90 m + dostřik do 16 m
Průtok čerpadla:	max. 950 l / minutu
Provozní tlak:	5,30 atm (78 psi)
Max. tlak čerpadla:	6,12 atm (90 psi)

Volitelné příslušenství:

Věžová stříkací jednotka (průměr 50 mm) s podlahou

Elektrické navíjení hadice, délka 30 m, průměr 32 mm

3.2.2.2. Zařízení pro větší skládky

Easy Lawn Série CONTRACTOR C95 LF a C125 LF



Obrázek 9: Zařízení Easy Lawn Contractor C95 LF

Zařízení série Contractor C95 LF a C125 LF jsou navrženy pro střední a velké skládky. Tato zařízení jsou zkonstruována tak, aby zvládla i ty nejnáročnější podmínky, s kterými se stroje při pokrývání skládek budou setkávat.

Tato zařízení jsou vyráběna v provedení dvounápravový přívěs se zesíleným závěsným zařízením a má zesílené rohové části nosníků. K dalším vlastnostem patří vysoká světlá výška, silný parkovací zvedák, pneumatiky plněné pěnou (volitelné). Spodní část podvozku je zcela plochá aby nemohlo dojít k poškození při nadměrném zaboření v terénu. Zařízení je bez blatníků a dílů, které by se mohly v extrémních podmínkách snadno poškodit. Nádrž z nerezové oceli je odolná proti korozi a prodlužuje její životnost. Celý hydraulický systém zařízení je snadný pro obsluhu a nenáročný na údržbu. Jedinou denní údržbou je prakticky kontrola hladiny oleje. Proplachovací nádrž (volitelné příslušenství) umožňuje po každé aplikaci (stříkání) snadné pročištění čerpadla, propláchnutí hadic a věžové stříkácké jednotky. Zařízení je nenáročné na údržbu a zaručuje maximální efektivnost provozu.

Popis zařízení:

Nádrž :	Nerezová ocel
Čerpadlo:	4" x 3" odstředivé
Plnicí otvor:	19" (48 cm)
Hadice volitelně:	Proplétaná, délka 30 m, průměr 32 mm
Stříkací trysky:	3 ks (2 vějířové, 1 přímá)
Promíchávání:	Lopátkové, hydromotor
Pracovní kapacita:	C95 900 galonů (3400 l) C125 1150 galonů (4350 l)
Motor:	50 PS John Deere Diesel
Rozstřík. rozsah (věž):	cca 42 m
Rozstřík. rozsah (hadice):	hadice do 90 m + dostřik 16 m
Průtok čerpadla:	max. 950 l / minutu
Provozní tlak:	6,8 atm (100 psi)
Max. tlak čerpadla:	8,1 atm (120 psi)

Volitelné příslušenství:

Elektrické navíjení hadice, délka 30 m, průměr 32 mm

Nerezová proplachovací nádrž

Pěnou plněné pneumatiky do terénu

3.3. Materiály pro alternativní pokrývání skládek

Pro alternativní pokrývání skládek lze použít několik typů ADC materiálů.

3.3.1. Waste-Cover

Materiál pro alternativní denní pokrývání skládek – vše v jednom

WASTE-COVER je materiál pro alternativní denní pokrývání skládek, který je vyroben z recyklovaného papíru a dřeva, polymerů, enzymů, biologických

stimulátorů a dalších speciálních přísad. WASTE-COVER pomáhá rychlejšímu rozkládání odpadků a podstatně zmírňuje zápach. Všechny složky jsou ne-toxické a biologicky odbouratelné. Použitím materiálu WASTE-COVER se skládka stane efektivnější.

Po smíchání s vodou se v hydroosevovém zařízení upraveném pro alternativní denní pokrývání skládek vytvoří směs, která po nastříkání na povrch skládky zaschne a vytvoří cementovou krustu.

Přínosy použití:

- Minimalizace možnosti přenosu různých chorob.
- Pokrytá skládka neláká veškerou zvěř.
- Ochrana spodních vod a omezení eroze.
- Omezení potenciálního nebezpečí vzniku požáru.
- Minimalizace znečištění okolí vlivem větru a počasí.
- Omezení škodlivého a nepříjemného zápachu.
- Všechny přísady jsou ne-toxické a biologicky odbouratelné
- Obsahuje látky pro rychlejší rozklad organického odpadu.
- Snadno se připravuje a promíchává v zařízení.
- Snadno se rozstříkuje a aplikuje na povrch.



Aplikace materiálu Waste-Cover:

Množství 22,6 kg (1 pytel) materiálu WASTE COVER by mělo být použito v maximálně 230 l vody. Toto množství materiálu je určeno pro pokrytí cca 42 m² plochy kompaktní vrstvy odpadu na skládce. Hydroosevové zařízení s nádrží o pracovním objemu nádrže 4350 l (1150 galonů, C125 LF) může pokrýt na jednu nádrž plochu cca 800 m², přičemž celý proces míchání směsi a aplikace na povrch skládky trvá méně než jednu hodinu.

Čištění nádrže a čerpadla zařízení čistou vodou je doporučeno provádět po každém dni, kdy se zařízení používalo. Pro použití materiálu Waste-Cover musí být hydroosevové zařízení vybaveno mechanickým promíchávacím systémem.¹²

3.3.2. Enviro-Cap + standardní mulčovací materiál

Materiál pro alternativní denní pokrývání skládek – dvousložkové provedení

V kombinaci s papírovým mulčovacím materiálem pro hydroosev se ENVIRO-Cap® stává cenově výhodnější variantou pro alternativní denní pokrývání skládek (ADC) a splňuje veškeré předpisy a požadavky pro toto použití. Jedná se o speciální směs přísad, které snižují hořlavost a zmírňují zápach. Po smíchání s vodou se v hydroosevovém zařízení upraveném pro ADC vytvoří směs, která po nastříkání na povrch skládky zaschne a vytvoří cementovou krustu. ENVIRO-Cap® může být smíchán nejen s papírovým, ale i dřevitým materiálem pro hydroosev. Tato kombinace může nabídnout významné úspory oproti použití materiálu WASTE-COVER.

Přínosy použití:

- Minimalizace možnosti přenosu různých chorob.
- Pokrytá skládka neláká veškerou zvěř.
- Ochrana spodních vod a omezení eroze.
- Omezení potenciálního nebezpečí vzniku požáru.
- Minimalizace znečištění okolí vlivem větru a počasí.
- Omezení škodlivého a nepříjemného zápachu.
- Všechny přísady jsou ne-toxické a biologicky odbouratelné
- Snadno se připravuje a promíchává v zařízení.
- Snadno se rozstříkuje a aplikuje na povrch.
- Cenově výhodnější varianta než jedno-balíkový systém.



Aplikace materiálu Enviro-Cap:

Jedno balení materiálu ENVIRO-Cap® o hmotnosti 18 kg a 22 kg standardního mulčovacího materiálu pro hydroosev se smísí v 380 l vody. Toto množství materiálu je určeno pro pokrytí cca 82 m² plochy kompaktní vrstvy odpadu na skládce. Hydroosevové zařízení s nádrží o pracovním objemu nádrže 4350 l (1150

galonů, C125 LF) může pokrýt na jednu nádrž plochu cca 900 m², přičemž celý proces míchání směsi a postřik na skládku trvá méně než jednu hodinu. Čištění nádrže a čerpadla zařízení čistou vodou je doporučeno provádět po každém dni, kdy se zařízení používalo. Pro použití materiálu ENVIRO-Cap musí být hydroosevové zařízení vybaveno mechanickým promíchávacím systémem.¹³

V kombinaci s ADC materiálem ENVIRO-Cap lze použít český papírový mulčovací materiál ST-MP-5, který je vyráběn z recyklovaného celulózového vlákna. Materiál ST-MP-5 je dodáván v polyethylenových pytích o hmotnosti 15 kg. ST-MP-5 lze použít i na projekty snižování prašnosti popílkovišť.

3.3.3. BioCover

Materiál pro alternativní denní pokrývání skládek – vše v jednom

BioCover™ je vyroben z tepelně upravených dřevitých vláken v kombinaci s celulózovými vlákny a viskózním hydro-koloidním fixátorem. Ihned po aplikaci se vytvoří homogenní vrstva, která odděluje odpady na skládce od okolního prostředí. Díky snadné aplikaci a finančním úsporám je BioCover nejvýhodnější alternativou k dennímu pokrývání skládek ornicí či jinými materiály.

BioCover™ - popis vlastností:

- Ekonomické řešení - snižuje náklady a šetří práci.
- Snižuje emise - šetří palivo, potřebné při dopravě a manipulaci s ornicí či jinými materiály.
- Snižuje znečištění okolí vlivem větru a omezuje zápach - využívá hydro-koloidní fixátor, který pomáhá zadržet nečistoty a odpadky na místě, včetně plastů a jiných lehkých materiálů.
- Zvyšuje efektivitu při aplikaci – zelené barvivo napomáhá určit vhodnou míru pokrytí na aplikované ploše
- Podporuje funkci systému odvodu skládkového plynu – tím se minimalizuje počet izolačních vrstev, které zachycují únik plynu mimo systém odvodu plynu.

- Snižuje zájem zvířat o materiál na skládce - odrazuje nežádoucí škůdce (hmyz, hlodavci, atd.)
- Šetrný k životnímu prostředí - minimalizuje hromadění výluhových kapes a následných průsaků, které jsou způsobeny průběžným pokrýváním ornicí. BioCover je 100% biologicky odbouratelný a netoxický.
- Šetří volné místo - podporuje rozklad materiálu na skládkách a eliminuje plýtvání ornicí, šetří volný prostor na skládkách a prodlužuje tím funkční životnost skládek.

Složení:

- Tepelně upravená dřevitá vlákna: 51%±3%
- Celulózová vlákna: 27%± 3%
- Hydro-koloidní fixátor: 10% ±1%
- Obsah vlhkosti: 12% ± 3%

Doporučené dávkování:

BioCover by měl být aplikován dle konkrétních podmínek v dávkování 1680-2800 kg/ha.

Aplikace materiálu BioCover:

Množství 22,6 kg (1 pytel) materiálu BioCover by mělo být použito v maximálně 425 l vody. Toto množství materiálu je určeno pro pokrytí cca 80 m² plochy kompaktní vrstvy odpadu na skládce. Hydroosevové zařízení s nádrží o pracovním objemu nádrže 4350 l (1150 galonů, C125 LF) může pokrýt na jednu nádrž plochu cca 720 m², přičemž celý proces míchání směsi a aplikace na povrch skládky trvá méně než jednu hodinu.

Čištění nádrže a čerpadla zařízení čistou vodou je doporučeno provádět po každém dni, kdy se zařízení používalo. Pro použití materiálu BioCover musí být hydroosevové zařízení vybaveno mechanickým promíchávacím systémem.¹⁴

3.3.4. Hydro LF

Přísada pro zamezení zápachu a urychlení rozkladu materiálu skládek

HYDRO LF je přísada pro zamezení nepříjemného zápachu, který vzniká při rozkladu organických látek na skládkách. Je to materiál na bázi enzymů, které napomáhají degradaci materiálů navezených na skládky.

HYDRO LF se aplikuje na povrch skládky. Po aplikaci na povrch skládky postupně pronikne do nižších vrstev. Tam začne působit na organické látky a tím urychlí jejich rozklad.

Nejefektivnější způsob jak aplikovat HYDRO LF je zařízením pro hydroosev. Na konci pracovního dne po ukončení navážení odpadků na skládku se skládka pokryje vrstvou materiálu pro alternativní denní pokrývání skládek. V nádrži hydroosevového zařízení se HYDRO LF promíchá s mulčovacím materiálem a následně se nastříká na povrch skládky. Tím se HYDRO LF snadno a efektivně aplikuje na povrch skládky.

Další způsob aplikace HYDRO LF na skládky může být například využitím závlahového systému.

Proces aplikace na povrch skládky by se měl pro co nejlepší výsledek opakovat co možná nejčastěji (denně nebo několikrát týdně). Aplikací HYDRO LF lze zajistit okamžité zamezení zápachu skládky.

Aplikace přísady HYDRO LF:

Množství 3,8 l (1 lahev) přísady Hydro LF se dávkuje do množství 3800 l vody (cca 1 nádrž zařízení Easy Lawn C125 LF). Toto množství je určeno pro aplikaci na plochu cca 1000 m².

Dostatečné množství vody je důležité pro důkladné prosáknutí do materiálu na skládce. Dávkování lze upravit v závislosti na druhu odpadků na skládce a intenzitě zápachu.

Při přípravě směsi v hydroosevovém zařízení se dávkuje přísada HYDRO LF do nádrže jako poslední přísadu. Prakticky až po rozmíchání ADC mulčovacího materiálu v nádrži. Aplikace na povrch skládky se provádí ihned po promíchání připravené směsi.¹⁵

3.4. Popis aplikace ADC materiálů

Vlastní aplikace ADC materiálů pro alternativní uzavírání denní skládek by měla být prováděna na konci pracovního dne po ukončení navážení materiálu na skládku.

- Obsluha zařízení nejdříve dávkuje do daného množství vody příslušné množství ADC materiálu, které se určí dle tabulky. Poměr vody a množství ADC materiálu je velice důležitý pro správnou aplikaci. Příliš zředěná směs nemůže poskytnout požadované výsledky aplikovaného materiálu na skládce a příliš zahuštěná směs může způsobit ucpávání aplikačního zařízení.



Obrázek 10: Příprava a míchání ADC materiálu ve stroji

Při míchání dvou-složkového systému, je nejprve dávkována složka vláknitého mulčovacího materiálu (například ST-MP-5) a složka ENVIRO-CAP až jako poslední.

- Po dávkování všech přísad do nádrže zařízení je nutné celou směs ponechat promíchávat přibližně 15 minut. Tento čas lze využít na přemístění hydroseivového zařízení do místa vlastní aplikace připravené směsi.

- Během vlastní aplikace by měla obsluha zařízení provádět stříkání připravené směsi vysoko do vzduchu a ponechat materiál dopadat dešťovým efektem na místo nástřiku. Tímto způsobem aplikace se zabrání stínovému pokrytí nerovného povrchu na skládce. Postřík má na kompaktním povrchu skládky vytvořit souvislou vrstvu přibližně 4-7 mm dle typu použitého ADC materiálu a povrchu skládky.



Obrázek 11: Aplikace ADC materiálu na skládce

- Po ukončení vlastní aplikace ADC materiálů je důležité provádět čištění nádrže a čerpadla zařízení čistou vodou.
- Následující den lze pokračovat navážením odpadu na skládku v kterémkoliv místě skládky a vytvořit si tak aktivní otevřenou plochu dle aktuální potřeby.

3.4.1. Tabulky s dávkováním ADC materiálů

Tabulka 1: Jedno-balíkový systém - materiál WASTE-COVER

Typ zařízení	Pracovní objem nádrže zařízení (l)	Množství vody (l)	Počet pytlů do 1 nádrže (22,6 kg)	Hmotnost materiálu (kg)	Plocha pokrytí na 1 nádrž (m ²)
C95 LF	3400 l (900 gal.)	2950 l	13	294	556
C125 LF	4350 l (1150 gal.)	3860 l	17	384	714

Tabulka 2: Dvou-složkový systém - materiál ENVIRO-CAP + papírový materiál

Typ zařízení	Pracovní objem nádrže zařízení (l)	Množství vody (l)	Počet pytlů Enviro-Cap (18 kg)	Počet pytlů ST-MP-5 (15 kg)	Hmotnost materiálu (kg)	Plocha pokrytí na 1 nádrž (m ²)
C95 LF	3400 l (900 gal.)	2950 l	8	12	324	656
C125 LF	4350 l (1150 gal.)	3860 l	10	15	405	820

Tabulka 3: Jedno-balíkový systém - materiál BioCover

Typ zařízení	Pracovní objem nádrže zařízení (l)	Množství vody (l)	Počet pytlů do 1 nádrže (22,6 kg)	Hmotnost materiálu (kg)	Plocha pokrytí na 1 nádrž (m ²)
C95 LF	3400 l (900 gal.)	2950 l	7	158	560
C125 LF	4350 l (1150 gal.)	3860 l	9	384	720

3.5. Výhody použití alternativního pokrývání skládek použitím ADC mulčovacích materiálů

- Celkový čas pro pokrytí plochy 500-900 m² je cca 1 hodina.
- Šetří volný objem a prostor skládky.
- Prodlužuje životnost skládky.
- Pracovní část skládky (otevřená aktivní plocha) se může kdykoliv snadno změnit.
- Následující den není nutné skládku pro další navážení znovu odkrývat.
- Zařízení pro aplikaci lze využít i pro jiné využití na skládce, například pro osev trávy při následné rekultivaci.
- Použitím barevných směsí (zelená) se docílí snadné orientace při nástřiku.
- Významné úspory pracovních sil, pro aplikaci je potřeba pouze dvou pracovníků.
- Značná úspora paliva oproti těžké technice pro pokrývání zeminou.
- Menší závislost na nákladné těžké technice (buldozer, stroje pro převoz a manipulaci se zeminou).
- Díky podstatně nižším nákladům na ADC pokrývání skládek lze pokrývání provádět častěji oproti nákladnému pokrývání zeminou.

4. Výsledky a diskuze

4.1. Teoretický výpočet celkové finanční úspory za 1 rok

4.1.1. Výpočet nákladů na pokrývání skládky zeminou

Celkové náklady na pokrývání skládky zeminou za 1 rok $CNPZ_r$ se vypočítají:

$$CNPZ_r = CNPZ_1 * n_{pr}$$

Kde: $CNPZ_1$... celkové náklady na 1 pokrytí skládky zeminou (Kč)

n_{pr} počet pokrývání skládky za 1 rok

Počet pokrývání skládky za 1 rok n_{pr} se vypočítá:

$$n_{pr} = 365 / f_p$$

Kde: f_p frekvence pokrývání (po kolika dnech se provádí pokrývání)

Celkové náklady na 1 pokrytí zeminou $CNPZ_1$ se vypočítají:

$$CNPZ_1 = NNZ_1 + CZ_1 + NDZ_1 + NRZ_1$$

Kde: NNZ_1 náklady na naložení zeminy na 1 pokrytí (Kč)*

CZ_1 ceny zeminy na 1 pokrytí (Kč)

NDZ_1 náklady na dopravu zeminy na 1 pokrytí (Kč)*

NRZ_1 náklady na rozprostření zeminy na 1 pokrytí (Kč)*

** V nákladech na naložení zeminy, nákladech na dopravu a nákladech na rozprostření zeminy je vždy zahrnuta práce obsluhy strojů.*

Cena zeminy na 1 pokrytí CZ_1 se vypočítá:

$$CZ_1 = MZP_1 * JCZ$$

Kde: MZP_1 množství zeminy na 1 pokrytí (m^3)

JCZ jednotková cena zeminy bez dopravy ($Kč/m^3$)

Množství zeminy na 1 pokrytí MZP_1 se vypočítá:

$$MZP_1 = PSA * VO$$

Kde: PSA plocha skládky aktivní (m^2)

VO vrstva rozprostřené ornice (m)

4.1.2. Výpočet nákladů na pokrývání skládky ADC materiály

Celkové náklady na pokrývání skládky ADC materiály za 1 rok $CNADC_r$ se vypočítají:

$$CNADC_r = (CNADC_1 * n_{pr}) + HAS$$

Kde: $CNADC_1$...celkové náklady na 1 pokrytí skládky ADC materiály (Kč)

n_{pr} počet pokrývání skládky za 1 rok

HAS..... hodnota amortizace stroje za 1 rok

Počet pokrývání skládky za 1 rok n_{pr} se vypočítá:

$$n_{pr} = 365 / f_p$$

Kde: f_p frekvence pokrývání (po kolika dnech se provádí pokrývání)

Celkové náklady na 1 pokrytí ADC materiály $CNADC_1$ se vypočítají:

$$CNADC_1 = PSA * CA_{ADC}$$

Kde: PSAplocha skládky aktivní (m^2)

CA_{ADC} ...cena aplikace ADC materiálu na $1m^2$ pokrytí (Kč/ m^2)

Cena aplikace ADC materiálu na $1 m^2$ pokrytí CA_{ADC} se vypočítá:

$$CA_{ADC} = (C_{pal} + C_{pr} + C_{mat}) / P_n$$

Kde: C_{pal} cena paliva na 1 nádrž daného zařízení pro hydroosev

C_{pr} cena práce obsluhy na 1 nádrž zařízení (1 nádrž = cca 1 h, 2 pracovníci)

C_{mat} cena ADC materiálu do 1 nádrže (dle typu zařízení)

P_n plocha, která se pokryje z 1 nádrže zařízení

Plocha, která se pokryje z 1 nádrže P_n se vypočítá:

$$P_n = 10000 * m_N / D_{ADC}$$

Kde: m_N hmotnost materiálu, který se dávkuje do nádrže (kg)

D_{ADC} dávkování ADC materiálu (kg/ha)

4.1.3. Výpočet finanční úspory použití pokrývání skládky ADC materiály oproti pokrývání skládky zeminou za 1 rok

Hodnota finanční úspory na pokrývání za 1 rok FU_r se vypočítá:

$$FU_r = CNPZ_r - CNADC_r$$

Kde: $CNPZ_r$ celkové náklady na pokrývání skládky zeminou za 1 rok (Kč)

$CNADC_r$...celkové náklady na pokrývání skládky ADC mat. za 1 rok (Kč)

4.1.4. Výpočet ztraceného volného objemu skládky pokrýváním zeminou

Objem zhutněného navezeného komunálního odpadu za 1 den $OZKO_D$ se vypočítá:

$$OZKO_D = MNO_D / K_H$$

Kde: MNO_D průměrné množství navezeného komunál. odpadu za den (tun/den)

K_H koeficient hutnění (tun/m³)

Průměrné množství navezeného komunál. odpadu za 1 den MNO_D se vypočítá:

$$MNO_D = MNO_R / PDN_R$$

Kde: MNO_R celkové množství navezeného komunál. odp. na skládku za 1 rok (tun/rok)

PDN_R počet návozdových dní za 1 rok

Množství zeminy na pokrývání skládky MZPR za jeden rok se vypočítá:

$$MZPR = MZP_1 * n_{pr}$$

Kde: MZP_1 Množství zeminy na 1 pokrytí (m³)

n_{pr} počet pokrývání skládky za 1 rok

Objem ztraceného volného objemu skládky při použití aplikace ADC materiálů je díky síle aplikovatelné vrstvy zanedbatelný (1-5 mm).

4.2. Příklad výpočtu č. 1 – menší skládka komunálních odpadů

4.2.1. Popis skládky

Pro teoretický výpočet celkové finanční úspory menší skládky za 1 rok jsem si vybrala skládku komunálních odpadů Rakovka v Jihočeském kraji. Jedná se o skládku skupiny S-OO. Provozovatelem této skládky je obec Chrást'any.



Obrázek 12: Pohled na skládku Rakovka

Projektovaná kapacita této skládky je $67\,100\text{ m}^3$. V roce 2010 bylo na skládku navezeno 3600 tun komunálního odpadu. Na skládce byla v roce 2010 provedena částečná rekultivace, při které byl využit pro zatravnění rekultivovaných ploch hydroosev. V současnosti je využívána aktivní plocha skládky cca 500 m^2 a plocha je průběžně zhutňována kompaktozem.



Obrázek 13: Aktivní otevřená plocha skládky Rakovka



Obrázek 14: Hutníci technika skládky Rakovka

4.2.2. Vstupní data skládky pro provedení výpočtu

Název skládky:	Skládka odpadů Rakovka
Kraj:	Jihočeský
Katastr:	Pašovice
Provozovatel skládky:	Obec Chrást'any
IČ provozovatele:	00245003
Skupina skládky:	S-OO
Projektovaná kapacita skládky:	67 100 m ³
Aktivní plocha skládky:	PSA=500 m ²
Celkové množství navezeného komunál. odp. na skládku za 1 rok:	MNOR= 3600 tun/rok
Poplatek za komunální odpad:	PKO=1200 Kč/tunu
Počet návozdových dní za 1 rok:	PDNR=290
Koeficient hutnění:	KH=1,35 tun/m ³
Frekvence pokrývání (po kolika dnech se provádí pokrývání):	fp =7 dní
Vrstva rozprostřené ornice:	VO=0,15 m
Jednotková cena zeminy bez dopravy:	JCZ=130 Kč/m ³ (netříděná zemina)

Pro výpočet byla uvažována netříděná zemina, která je nejlevnější. Na území ČR ji dodávají různé firmy. Já jsem použila nabídku firmy NAD Končice s.r.o.. Tato firma nabízí i služby nákladní autodopravy a zemních prací, proto jsem do výpočtu použila ceny dopravy a použitého bagru ¹⁶.

4.2.3. Výpočet nákladů na pokrývání skládky zeminou

Počet pokrývání skládky za 1 rok n_{pr} se vypočítá:

$$n_{pr} = 365 / f_p = 365 / 7 = \mathbf{52}$$

Množství zeminy na 1 pokrytí MZP_1 se vypočítá:

$$MZP_1 = PSA * VO = 500 * 0,15 = \mathbf{75 \text{ m}^3}$$

Cena zeminy na 1 pokrytí CZ_1 se vypočítá:

$$CZ_1 = MZP_1 * JCZ = 75 * 130 = \mathbf{9\,750 \text{ Kč}}$$

Náklady na dopravu zeminy na 1 pokrytí NDZ_1 se vypočítají:

Doprava se provede nákladním vozem, objem 1 nákladu je 9 m^3 , dopravné tohoto vozu je 32 Kč/km (cena včetně práce řidiče), vzdálenost nakupované ornice od skládky je 10 km.

$$NDZ_1 = (75 / 9) * 2 * 10 * 32 = \mathbf{5\,333 \text{ Kč}}$$

Náklady na rozprostření zeminy na 1 pokrytí NRZ_1 se vypočítají:

Rozprostření zeminy se provede traktorovým bagrem JCB, cena práce tohoto stroje je 650 Kč/h (cena včetně práce obsluhy stroje), hodinový výkon při rozprostření ornice je $125 \text{ m}^2/\text{h}$.

$$NRZ_1 = (500 / 125) * 650 = \mathbf{2\,600 \text{ Kč}}$$

Náklady na naložení zeminy na 1 pokrytí NNZ_1 se vypočítají:

Naložení zeminy se provede traktorovým bagrem JCB, cena práce tohoto stroje je 650 Kč/h (cena včetně práce obsluhy stroje), časová náročnost bude pro zjednodušení výpočtu stejná jako při rozprostření ornice.

$$NNZ_1 = (500 / 125) * 650 = \mathbf{2\,600 \text{ Kč}}$$

Celkové náklady na 1 pokrytí zeminou $CNPZ_1$ se vypočítají:

$$CNPZ_1 = NNZ_1 + CZ_1 + NDZ_1 + NRZ_1 = 2\,600 + 9\,750 + 5\,333 + 2\,600 = \mathbf{20\,283 \text{ Kč}}$$

Celkové náklady na pokrývání skládky zeminou za 1 rok $CNPZ_r$ se vypočítají:

$$CNPZ_r = CNPZ_1 * n_{pr} = 20\,283 * 52 = \underline{\underline{1\,054\,716 \text{ Kč}}}$$

4.2.4. Výpočet nákladů na pokrývání skládky ADC materiály

Počet pokrývání skládky za 1 rok n_{pr} se vypočítá:

$$n_{pr} = 365 / f_p = 365 / 7 = \mathbf{52}$$

Plocha, která se pokryje z 1 nádrže P_n se vypočítá:

Aplikace se provede zařízením EasyLawn SC60. Do 1 nádrže se dávkuje 5 balíků materiálu BioCover o celkové hmotnosti 113 kg (5 x 22,6 kg), dávkování tohoto materiálu bude 2800 kg/ha

$$P_n = 10000 * m_N / D_{ADC} = 10000 * 113 / 2800 = \mathbf{403 \text{ m}^2}$$

Cena paliva na 1 nádrž daného zařízení pro hydroosev C_{pal} se vypočítá:

Zařízení EasyLawn SC60 zpotřebuje na aplikaci jedné nádrže 5 litrů benzínu N95, cena tohoto paliva je 30 Kč bez DPH/l.

$$C_{pal} = 5 * 30 = \mathbf{150 \text{ Kč}}$$

Cena práce obsluhy na 1 nádrž zařízení C_{pr} se vypočítá:

Doba aplikace 1 nádrže je cca 1 hodina, zapotřebí je 2 pracovníků, náklady na jednoho pracovníka jsou 150 Kč/h

$$C_{pr} = 2 * 150 = \mathbf{300 \text{ Kč}}$$

Cena ADC materiálu do 1 nádrže C_{mat} se vypočítá:

Do 1 nádrže se dávkuje 5 balíků materiálu BioCover, cena jednoho balíku je 740,- Kč bez DPH. Do nádrže se dále načerpá 1,9 m³ vody, kalkulovaná cena 1 m³ vody je 50 Kč.

$$C_{mat} = (5 * 740) + (1,9 * 50) = \mathbf{3\,795 \text{ Kč}}$$

Cena aplikace ADC materiálu na 1 m² pokrytí CA_{ADC} se vypočítá:

$$CA_{ADC} = (C_{pal} + C_{pr} + C_{mat}) / P_n = (150 + 300 + 3795) / 403 = \mathbf{10,53 \text{ Kč/m}^2}$$

Celkové náklady na 1 pokrytí ADC materiály $CNADC_1$ se vypočítají:

$$CNADC_1 = PSA * CA_{ADC} = 500 * 10,53 = \mathbf{5\,265\,Kč}$$

Celkové náklady na pokrývání skládky ADC materiály za 1 rok $CNADC_r$ se vypočítají:

Pořizovací cena zařízení Easy Lawn SC60 je 490 000,- Kč bez DPH. Servisní náklady stroje na 1 rok jsou 5 000,- Kč (bez paliva). Pro zjednodušení budeme uvažovat amortizaci a náklady na servis stroje 85 000 Kč za 1 rok.

$$CNADC_r = (CNADC_1 * n_{pr}) + HAS = (5\,265 * 52) + 85\,000 = \mathbf{358\,780\,Kč}$$

4.2.5. Výpočet finanční úspory použití pokrývání skládky ADC materiály oproti pokrývání skládky zeminou

$$FU_r = CNPZ_r - CNADC_r = 1\,054\,716 - 358\,780 = \mathbf{695\,936\,Kč}$$

4.2.6. Výpočet ztraceného volného objemu skládky pokrýváním zeminou

Průměrné množství navezeného komunálního odpadu za 1 den MNO_D se vypočítá:

$$MNO_D = MNO_R / PDN_R = 3\,600 / 290 = 12,4 \text{ tun/den}$$

Objem zhutněného navezeného komunálního odpadu za 1 den $OZKO_D$ se vypočítá:

$$OZKO_D = MNO_D / K_H = 12,4 / 1,35 = \mathbf{9,18\,m^3/den}$$

Množství zeminy na 1 pokrytí MZP_1 se vypočítá:

$$MZP_1 = PSA * VO = 500 * 0,15 = \mathbf{75\,m^3}$$

Množství zeminy na pokrývání skládky $MZPR$ za jeden rok se vypočítá:

$$MZPR = MZP_1 * n_{pr} = 75 * 52 = \mathbf{3\,900\,m^3}$$

4.3. Příklad výpočtu č. 2 – větší skládka komunálních odpadů

4.3.1. Popis skládky

Pro teoretický výpočet celkové finanční úspory větší skládky za 1 rok jsem si vybrala skládku komunálních odpadů TKO Bukov v kraji Vysočina. Jedná se o skládku skupiny S-OO. Provozovatelem této skládky je DIAMO, státní podnik.



Obrázek 15: Pohled na skládku TKO Bukov

Projektovaná kapacita této skládky je 769 000 m³. V roce 2010 bylo na skládku navezeno 10 000 tun komunálního odpadu. Na skládce byla v roce 2010 provedena rekultivace 1. etapy, při které byl využit pro zatravnění rekultivovaných ploch hydroosev. Do svahů byly dále vysazeny dřeviny. V současnosti je využívána aktivní plocha skládky cca 1000 m² a plocha je průběžně zhutňována kompaktozem BOMAG.



Obrázek 16: Aktivní otevřená plocha skládky Bukov a plocha pro další etapu



Obrázek 17: Kompaktor BOMAG skládky TKO Bukov

4.3.2. Vstupní data skládky pro provedení výpočtu

Název skládky:	Skládka TKO Bukov
Kraj:	Vysočina
Katastr:	Bukov na Moravě
Provozovatel skládky:	DIAMO, státní podnik
IČ provozovatele:	00002739
Skupina skládky:	S-OO
Projektovaná kapacita skládky:	769 000 m ³
Aktivní plocha skládky:	PSA=1000 m ²
Celkové množství navezeného komunál. odp. na skládku za 1 rok:	MNOR= 10 000 tun/rok
Poplatek za komunální odpad:	PKO=1200 Kč/tunu
Počet návozdových dní za 1 rok:	PDNR=290
Koeficient hutnění:	KH=1,35 tun/m ³
Frekvence pokrývání (po kolika dnech se provádí pokrývání):	fp=7 dní
Vrstva rozprostřené ornice:	VO=0,15 m
Jednotková cena zeminy bez dopravy:	JCZ=130 Kč/m ³ (netříděná zemina)

Pro výpočet byla uvažována netříděná zemina, která je nejlevnější. Na území ČR ji dodávají různé firmy. Já jsem použila nabídku firmy NAD Končice s.r.o.. Tato firma nabízí i služby nákladní autodopravy a zemních prací, proto jsem do výpočtu použila ceny dopravy a použitého bagru ¹⁶.

4.3.3. Výpočet nákladů na pokrývání skládky zeminou

Počet pokrývání skládky za 1 rok n_{pr} se vypočítá:

$$n_{pr} = 365 / f_p = 365 / 7 = \mathbf{52}$$

Množství zeminy na 1 pokrytí MZP_1 se vypočítá:

$$MZP_1 = PSA * VO = 1000 * 0,15 = \mathbf{150\ m^3}$$

Cena zeminy na 1 pokrytí CZ_1 se vypočítá:

$$CZ_1 = MZP_1 * JCZ = 150 * 130 = \mathbf{19\ 500\ Kč}$$

Náklady na dopravu zeminy na 1 pokrytí NDZ_1 se vypočítají:

Doprava se provede nákladním vozem, objem 1 nákladu je $9\ m^3$, dopravné tohoto vozu je 32 Kč/km (cena včetně práce řidiče), vzdálenost nakupované ornice od skládky je 10 km.

$$NDZ_1 = (150 / 9) * 2 * 10 * 32 = \mathbf{10\ 666\ Kč}$$

Náklady na rozprostření zeminy na 1 pokrytí NRZ_1 se vypočítají:

Rozprostření zeminy se provede traktorovým bagrem JCB, cena práce tohoto stroje je 650 Kč/h (cena včetně práce obsluhy stroje), hodinový výkon při rozprostření ornice je $125\ m^2/h$.

$$NRZ_1 = (1000 / 125) * 650 = \mathbf{5\ 200\ Kč}$$

Náklady na naložení zeminy na 1 pokrytí NNZ_1 se vypočítají:

Naložení zeminy se provede traktorovým bagrem JCB, cena práce tohoto stroje je 650 Kč/h (cena včetně práce obsluhy stroje), časová náročnost bude pro zjednodušení výpočtu stejná jako při rozprostření ornice.

$$NNZ_1 = (1000 / 125) * 650 = \mathbf{5\ 200\ Kč}$$

Celkové náklady na 1 pokrytí zeminou $CNPZ_1$ se vypočítají:

$$CNPZ_1 = NNZ_1 + CZ_1 + NDZ_1 + NRZ_1 = 5\ 200 + 19\ 500 + 10\ 666 + 5\ 200 = \mathbf{40\ 566\ Kč}$$

Celkové náklady na pokrývání skládky zeminou za 1 rok $CNPZ_r$ se vypočítají:

$$CNPZ_r = CNPZ_1 * n_{pr} = 40\,566 * 52 = \underline{\underline{2\,109\,432\,Kč}}$$

4.3.4. Výpočet nákladů na pokrývání skládky ADC materiály

Počet pokrývání skládky za 1 rok n_{pr} se vypočítá:

$$n_{pr} = 365 / f_p = 365 / 7 = \mathbf{52}$$

Plocha, která se pokryje z 1 nádrže P_n se vypočítá:

Aplikace se provede zařízením EasyLawn C95 LF. Do 1 nádrže se dávkuje 5 balíků materiálu BioCover o celkové hmotnosti 158,2 kg (7 x 22,6 kg), dávkování tohoto materiálu bude 2800 kg/ha

$$P_n = 10000 * m_N / D_{ADC} = 10000 * 158,2 / 2800 = \mathbf{565\,m^2}$$

Cena paliva na 1 nádrž daného zařízení pro hydroosev C_{pal} se vypočítá:

Zařízení EasyLawn C95 LF zpotřebuje na aplikaci jedné nádrže 4 litry nafty, cena tohoto paliva je 29 Kč bez DPH/l.

$$C_{pal} = 4 * 29 = \mathbf{116\,Kč}$$

Cena práce obsluhy na 1 nádrž zařízení C_{pr} se vypočítá:

Doba aplikace 1 nádrže je cca 1 hodina, zapotřebí je 2 pracovníků, náklady na jednoho pracovníka jsou 150 Kč/h

$$C_{pr} = 2 * 150 = \mathbf{300\,Kč}$$

Cena ADC materiálu do 1 nádrže C_{mat} se vypočítá:

Do 1 nádrže se dávkuje 7 balíků materiálu BioCover, cena jednoho balíku je 740,- Kč bez DPH. Do nádrže se dále načerpá 2,95 m³ vody, kalkulovaná cena 1 m³ vody je 50 Kč.

$$C_{mat} = (7 * 740) + (2,95 * 50) = \mathbf{5\,327,50\,Kč}$$

Cena aplikace ADC materiálu na 1 m² pokrytí CA_{ADC} se vypočítá:

$$CA_{ADC} = (C_{pal} + C_{pr} + C_{mat}) / P_n = (116 + 300 + 5327,50) / 565 = \mathbf{10,17\,Kč/m^2}$$

Celkové náklady na 1 pokrytí ADC materiály $CNADC_1$ se vypočítají:

$$CNADC_1 = PSA * CA_{ADC} = 1000 * 10,17 = \mathbf{10\ 170\ Kč}$$

Celkové náklady na pokrývání skládky ADC materiály za 1 rok $CNADC_r$ se vypočítají:

Pořizovací cena zařízení EasyLawn C95 LF v provedení dvounápravový přívěs je 880 000,- Kč bez DPH. Servisní náklady stroje na 1 rok jsou 5 000,- Kč (bez paliva). Pro zjednodušení budeme uvažovat amortizaci a náklady na servis stroje 151 000 Kč za 1 rok.

$$CNADC_r = (CNADC_1 * n_{pr}) + HAS = (10\ 170 * 52) + 151\ 000 = \mathbf{679\ 840\ Kč}$$

4.3.5. Výpočet finanční úspory použití pokrývání skládky ADC materiály oproti pokrývání skládky zeminou

$$FU_r = CNPZ_r - CNADC_r = 2\ 109\ 432 - 679\ 840 = \mathbf{1\ 429\ 592\ Kč}$$

4.3.6. Výpočet ztraceného volného objemu skládky pokrýváním zeminou

Průměrné množství navezeného komunálního odpadu za 1 den MNO_D se vypočítá:

$$MNO_D = MNO_R / PDN_R = 10\ 000 / 290 = 34,5\ \text{tun/den}$$

Objem zhutněného navezeného komunálního odpadu za 1 den $OZKO_D$ se vypočítá:

$$OZKO_D = MNO_D / K_H = 34,5 / 1,35 = \mathbf{25,56\ m^3/den}$$

Množství zeminy na 1 pokrytí MZP_1 se vypočítá:

$$MZP_1 = PSA * VO = 1000 * 0,15 = \mathbf{150\ m^3}$$

Množství zeminy na pokrývání skládky $MZPR$ za jeden rok se vypočítá:

$$MZPR = MZP_1 * n_{pr} = 150 * 52 = \mathbf{7\ 800\ m^3}$$

4.4. Shrnutí výsledků výpočtů

	Menší skládka	Větší skládka
Aktivní plocha skládky	500 m ²	1000 m ²
Celkové množství navezeného komunál. odp. na skládku za 1 rok	3 600 tun	10 000 tun
Pořizovací cena zařízení pro ADC	490 000 Kč	880 000 Kč
Náklady na pokrývání skládky zeminou	1 054 716 Kč	2 109 432 Kč
Náklady na pokrývání skládky ADC materiály	358 780 Kč	679 840 Kč
Finanční úspora při pokrývání ADC materiály oproti pokrývání zeminou	695 936 Kč	1 429 592 Kč
Ztracený volný objemu skládky při pokrývání skládky zeminou za 1 rok	3 900 m ³	7 800 m ³

Společné vstupní hodnoty pro výpočty obou velikostí skládek:

Poplatek za komunální odpad:	PKO = 1200 Kč/tunu
Počet návozočných dní za 1 rok:	PDNR = 290
Koeficient hutnění:	KH = 1,35 tun/m ³
Frekvence pokrývání (po kolika dnech se provádí pokrývání):	fp = 7 dní
Vrstva rozprostřené ornice:	VO = 0,15 m
Jednotková cena zeminy bez dopravy:	JCZ = 130 Kč/m ³ (netříděná zemina)

Hlavním přínosem úspory ztraceného volného objemu skládek je především prodloužení životnosti skládek, která se při pokrývání skládky ADC materiály pomocí technologie hydroosevu prodlouží o cca ½.

Po tuto dobu prodloužené životnosti skládky provozovatel naváží na skládku další odpad a tím ekonomicky využívá volný objem skládky. Prakticky se tím snižuje nutnost zakládání dalších skládek z důvodu nedostatku volného objemu. Zakládání nových skládek s sebou přináší značné finanční náklady, které souvisí s vykupováním pozemků, vybudováním nového zázemí pro provoz skládky, atd. Nové skládky se budují ve větších vzdálenostech od obytných oblastí a tím se zvyšují náklady na dopravu při svozu komunálních odpadů.

4.5. Posouzení ekonomické výhodnosti zakoupení vlastního zařízení pro ADC pokrývání skládek

Provozovatelé skládek mají několik možností jak zajistit alternativní pokrývání skládek zařízením pro hydroosev, což představuje určitou investici.

Mohou využít následujících možností:

- Zakoupit si vlastní zařízení pro hydroosev.
- Využít finanční pronájem nebo leasing na toto zařízení.
- Využít služeb firem, které toto zařízení již vlastní a mohou jim aplikaci ADC materiálů zajišťovat formou dodavatelské činnosti. Nevýhodou je vysoká cena dopravy zařízení pro větší vzdálenosti. Tato varianta je vhodná pro využití v rámci regionu.
- Spolupráce při využití jednoho zařízení pro aplikaci ADC materiálů pro více skládek.

V zahraničí je běžné, že každá skládka vlastní zařízení pro aplikaci ADC materiálů. Dle místních předpisů a směrnic musí každý den po ukončení návozu komunálních odpadů provést uzavření aktivní otevřené skládkové plochy zařízením pro aplikaci ADC materiálů.

Jak je již patrné z výsledků výpočtu finanční úspory použitím pokrývání skládek ADC materiály, pro obě velikosti skládek se vyplatí, aby sami provozovatelé skládek vlastnili toto zařízení.

- Cena zařízení Easy Lawn SC60, zvoleného pro menší skládku, je 490 000,- Kč bez DPH. Finanční úspora na samotné pokrývání za 1 rok (FU_r) je pro menší skládku 695 936,- Kč bez DPH. Tato finanční úspora v sobě nezahrnuje hodnotu uspořené volné objemu skládky o kterou provozovatelé skládek přicházejí při pokrývání zeminou či ornici.
- Cena zařízení Easy Lawn C95 LF, zvoleného pro větší skládku, je 880 000,- Kč bez DPH. Finanční úspora na samotné pokrývání za 1 rok (FU_r) je pro větší skládku 1 429 592,- Kč bez DPH. Tato finanční úspora v sobě opět nezahrnuje

hodnotu uspořeného volného objemu skládky o kterou provozovatelé skládek přicházejí při pokrývání zeminou či ornici.

Z obou výsledků je patrné, že investice do zakoupení vlastního zařízení pro aplikaci ADC materiálů se vyplatí již v prvním roce používání (aplikace 1x týdně).

Pro zvýšení efektivity mohou provozovatelé skládek, kteří vlastní zařízení pro hydroosev, využít toto zařízení k dalším účelům.

Mohou nabízet své služby ostatním subjektům či firmám. Mohou tímto zařízením realizovat řadu projektů jako například protierozní opatření, osévat svahy silnic a dálnic, realizovat protiprašná opatření popílkovišť elektráren atd. Příklad činností je uveden v kapitole 3.1.3. Jednou z možností je i alternativní pokrývání skládek pro ostatní provozovatele skládek, kteří nevlastní toto zařízení.

Své zařízení mohou využít i pro další vlastní potřeby. Například pro osevy bočních svahů skládkového tělesa, kde často hrozí půdní eroze. Zařízení mohou využít i při rekultivačních etapách své skládky, protože si nemusí objednávat dodavatelskou firmu. Tím výrazně sníží náklady na rekultivaci skládky.

5. Uzavření skládky rekultivací

Po dosažení maximální povolené výšky skládky se skládka pokryje vrstvou zeminy do konečného tvaru a přistoupí se k rekultivaci.

Technická rekultivace zahrnuje urovnání povrchu skládky, svahování, převrstvení ornici a zajišťuje vhodné podmínky pro další způsoby rekultivace. Technologický postup rekultivace je ovlivněn tím, zda se bude skládka využívat zemědělsky, lesnicky nebo pro rekreační účely.

Rekultivace je technologickým postupem pro provedení biologických a agrotechnických opatření směřujících k tvorbě nové svrchní vrstvy půdy a k vytvoření podmínek pro další její využití (např. zemědělské nebo lesnické). Pro biologické využití je vhodné použít různé druhy travin (doporučuje se větší podíl jetelovin). Pro zemědělské využití se téměř nevyužívá. Při zcela výjimečných případech je nutné zakrytí technicky rekultivované skládky silnější vrstvou ornice (až 1 m). V prvních letech je nejvhodnější pěstovat okopaniny. Lesnické využití je nejčastější na nadúrovňových skládkách a po delší době, kdy se zmírní silný vývin bioplynu. Náročnější dřeviny nejsou vhodné pro výsadbu. Dřeviny, které se vysazují musí mít dostatečně hlubokou vrstvu zeminy (cca 60-100 cm). Pro rekultivaci skládky jsou vhodné tyto dřeviny: trnka, šípek, hloh, bez červený a černý, bříza, akát, jasan, topol, lípa, jeřáb, vrby, javor atd.

Nejjednodušší a nejvýhodnější je takzvaná účelová rekultivace. Jedná se o technologický postup úpravy uzavřené skládky s cílem jejího dalšího využití ke zvláštním účelům, např. pro rekreační a sportovní plochy, parky apod.

Pro zatravnování rekultivovaných ploch povrchů skládek se často využívá technologie hydroosevu.

Je to z dvou hlavních důvodů:

- 1) Skládky se rekultivují a trvale uzavírají ve stavu, kdy je jejich výška poměrně značná. Při vymodelování povrchu skládkového tělesa vznikají často velice dlouhé svahy o sklonu až 1:2. Na takovém povrchu je poměrně velké riziko

půdní eroze. Takto dlouhé a strmé svahy je nutné protierozně ošetřit.

Jednou z možností je použití přírodních či syntetických protierozních sítí, rohoží a geotextilií. Například kokosové sítě a rohože, jutové sítě, syntetické rohože a geotextilie. Jejich cena a aplikace je ale velice pracná a finančně náročná.

Výhodnější variantou je využití protierozních mulčovacích materiálů, které se na povrch aplikují zařízením pro hydroosev.

- 2) Při rekultivaci skládek se často využívá nekvalitní zemina, která nemá dostatek organické hmoty a živin pro optimální růst a vývoj trávníku či zeleně. Často se při půdních rozborech zjistí, že je nutné upravit hodnotu pH, doplnit živiny a podobně.

Při použití zatravnění pomocí zařízení pro hydroosev lze do hydroosevové směsi přidat veškeré potřebné přísady, které zoptimalizují vlastnosti použité zeminy. K osivu, mulčovacímu materiálu a fixátoru se do nádrže doplní další přísady, jako například:

- NeutraLime Dry – přísada pro úpravu pH
- JumpStart – biostimulátor pro urychlení klíčení a vývoje trávníku na méně kvalitních zeminách
- HYDROLIZER – umělé hnojivo pro hydroosev pro doplnění potřebných živin
- AquaGel C - kopolymer uchovávající vlhkost pro eliminaci potřeby zalévání a zmenšení stresu klíčících rostlin

5.1. Příklad uzavření skládky rekultivací

Jako příklad rekultivace skládek jsem vybrala skládku TKO Bukov, pro kterou jsem prováděla výpočet finančních úspor při použití pokrývání ADC materiály oproti pokrývání zeminou. Na této skládce probíhala v roce 2010 rekultivace a uzavření I. etapy. Pro zatravnění byla úspěšně použita technologie hydroosevu. Kvalita použité zeminy vyžadovala použití biostimulátoru, hnojiva pro doplnění živin a přísady pro zvýšení hodnoty pH.

Na obrázcích je názorně vidět postup rekultivace skládky TKO Bukov.



Obrázek 18: Pokrývání hydroizolačních folií a geotextilií zeminou



Obrázek 19: Modelování povrchu skládkového tělesa



Obrázek 20: Vymodelovaný povrch připravený pro hydroseev



Obrázek 21: Nástřik hydroseevové směsi na rovinných plochách skládkového tělesa



Obrázek 22: Nástřik hydroseivové směsi na svazích skládkového tělesa



Obrázek 23: Povrch skládkového tělesa po aplikaci hydroseivu a výsadbě dřevin



Obrázek 24: Povrch skládkového tělesa po aplikaci hydroosevu a výsadbě dřevin



Obrázek 25: Povrch skládkového tělesa po vyklíčení osiva



Obrázek 26: Povrch skládkového tělesa po vyklíčení osiva s dřevinami

6. Závěr

V závěru diplomové práce bych chtěla zhodnotit možnosti využití hydroosevu v podmínkách České republiky.

Dopady na životní prostředí:

Veškeré používané materiály při technologii alternativního pokrývání skládek ADC materiály jsou netoxické a biologicky odbouratelné.

Pro alternativní pokrývání skládek není zapotřebí těžké techniky (buldozery, bagry, stroje pro transport velkého objemu zeminy), která pro svůj provoz spotřebuje značné množství paliva a následně vyprodukuje škodlivé spaliny.

Skládky, které budou využívat technologii alternativního pokrývání ADC materiály mají delší životnost, protože každá vrstva pokrytí ornici ubírá z objemu volného prostoru skládky. Doba následné rekultivace tak přijde podstatně dříve než při používání technologie pokrývání ADC materiály.

Jedním z hlavních přínosů pro životní prostředí je fakt, že díky snadné aplikaci alternativního pokrývání a finanční nenáročnosti by měly mít veškeré skládky možnost pokrývat své aktivní otevřené plochy podstatně častěji a tím přispět k ochraně ovzduší a životního prostředí v okolí skládek. Přesto, že předpisy jasně určují jak často a jakým způsobem by mělo být pokrývání realizováno, řada skládek v současnosti z důvodu velké pracnosti a finanční náročnosti na pokrývání zeminou skládku dle předpisů nepokrývá. Tím se vědomě či nevědomě vystavují riziku pokut a penalizací. Důležitější je ale negativní dopad na životní prostředí v okolí skládek.

Lepší estetický vzhled skládky pokryté ADC materiály je spojen i se zmírněním zápachu a eliminací poletujících odpadků v okolí skládky.

Legislativa:

Pokud se provozovatel skládky rozhodne pro změnu technologie uzavírání skládky, tzn. že nahradí pokrývání skládky zeminou pokrýváním ADC materiály, musí

změnit Provozní řád. Tuto změnu v Provozním řádu musí ohlásit na příslušném Krajském úřadu. Krajský úřad tuto změnu posléze ohlásí na Odboru životního prostředí.

Ekonomické parametry:

K posouzení ekonomických parametrů jsem využila dvou velikostí skládek.

Jak je patrné z výsledků výpočtu finanční úspory použitím pokrývání skládek ADC materiály oproti pokrývání zeminou, je pro obě velikosti skládek ekonomická návratnost investice do vhodné velikosti zařízení pro aplikaci ADC materiálů kratší než 1 rok.

Dalším ekonomickým přínosem je podstatně větší finanční úspora, která vzniká z uspořené volného objemu skládky, který se využije k dalšímu zavážení odpady. Tento volný objem se při pokrývání zeminou zmenšuje o sílu vrstvy, kterou se skládka pokrývá. Při použití vrstvy 15 cm zeminy za 1 týden je to 7,8 m za 1 rok. Aplikací ADC materiálu o síle vrstvy 5 mm je to 26 cm za 1 rok.

S úsporou volného objemu skládky souvisí i prodloužení životnosti každé skládky. Tím vzniká značná finanční úspora, protože není nutné tak často provádět etapové rekultivace a následně zakládat nové skládky. Zakládání nových skládek je finančně velice náročné a výběr vhodné lokality je stále komplikovanější.

Neposledním přínosem je i fakt, že pokud provozovatel skládky vlastní zařízení pro hydroosev, může toto zařízení využít při rekultivacích vlastní skládky, ale i v rámci dalších vlastních nabízených služeb pro ostatní subjekty.

Touto diplomovou prací bych chtěla přispět k tomu, aby byly více využívány moderní technologie, které zmírní negativní dopady moderní civilizace.

Práce byla zpracována pro objasnění výhod a předností využití technologie hydroosevu k uzavírání a pokrývání skládek.

7. Citovaná literatura

[1]

Portál veřejné správy České republiky: *Vyjádření MPŽ k informacím o kontejneru s nebezpečným odpadem nalezeném v Brazílii* [online]. [vid. 1.11. 2010]. Dostupné z: https://portal.gov.cz/wps/portal/_mx.304/2115/_s.155/6966/_ps.2115/X/_mc/709-707-22508-694/_s.155/10202?docid=129104

[2]

HADRABOVÁ, A., 2008. *Veřejná správa životního prostředí*. Praha: Oeconomica. ISBN 978-80-245-1407-9.

[3]

DAMOHOŘSKÝ, M., DROBNÍK, J., SMOLEK, M., 2007. *Právo životního prostředí*. 2. přepracované vyd. Praha: Nakladatelství C.H.Beck. ISBN 978-80-7179-498-1.

[4]

STŘIHAVKOVÁ, J., 2010. Novela vyhlášky o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. In: *Tretiruka.cz* [online]. [vid. 7.11.2010]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/novela-vyhlaskey-o-podminkach-ukladani-odpadu-na-skladky-a-jejich-vyuzivani-na-povrchu-terenu/>

[5]

BAČÁKOVÁ, M., 2009. Právní předpisy ES pro stavební výroby. In: *Portál českého stavebnictví* [online]. [vid. 3.11.2010]. Dostupné z: <http://www.ceskestavebnictvi.cz/rubrika.html?sk=0&k=14&l=1.11.13>

[6]

Enviweb: *Výklad směrnice 1999/31/ES pro skládkování odpadů ve vazbě k navrhované vyhlášce nového zákona o odpadech* [online]. [vid. 15.11.2010]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/33220/vyklad-smernice-1999-31-es-pro-skladkovani-odpadu-ve-vazbe-k-navrhovane-vyhlasce-noveho-zakona-o-odpadech>

[7]

VŠCHT - *Vítejte ve světě moderní chemie* [online]. [vid. 19.7.2011]. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/odpady4.htm>

[8]

BLOCK, R. M. A., VAN REES, K. C. J., 2003. Characterization of Aspen ASH, Sand and Log-Yard Waste Mixtures from an Aspen-Based Oriented Strand Board Mill for Use as an Intermediate Landfill Cover. *Water, Air, & Soil Pollution* [online], vol.158, s. 223-235 [21.7.2011]. ISSN 0049-6979. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/content/t5161jk831662671/>

- [9]
HURST, C., LONGHURST, P., POLLARD, S., 2005. Assessment of municipal waste compost as a daily cover material for odour control at landfill sites. *Environmental Pollution* [online], vol. 135, s. 171-177 [vid. 17.7.2011]. ISSN 0269-7491. Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749104003768>
- [10]
KITTLE, P, 1993. *ALTERNATE DAILY COVER MATERIALS AND SUBTITLE D : THE SELECTION TECHNIQUE* [online]. West Chester: Rusmar Incorporated. [vid. 19.7.2011]. Dostupné z <http://www.aquafoam.com/SanitaryLandfills.html>
- [11]
BUTTMAN, W., 2009. Profile's BioCover Offers Cost-Saving Landfill Alternative. *MSW management* [online]. [vid. 25.7.2011]. Dostupné z <http://www.mswmanagement.com/the-latest/profile-biocover-adc.aspx>
- [12]
Southwest Environment Services – Waste-cover [online]. [vid. 5.10.2010]. Dostupné z http://www.southwestenvironment.com/alternate_daily_cover/waste_cover.htm
- [13]
Southwest Environment Services – Enviro-Cap [online]. [vid. 5.10.2010]. Dostupné z http://www.southwestenvironment.com/alternate_daily_cover/enviro_cap.htm
- [14]
Profile® Products - alternative daily cover - BioCover [online]. [vid. 5.10.2010]. Dostupné z http://profilelibrary.info/Files/A012-014141-9_BioCover%20Sell%20Sheet.pdf
- [15]
Southwest Environment Services – HYDRO LF [online]. [vid. 5.10.2010]. Dostupné z <http://www.southwestenvironment.com/pdf/HYDRO-LF.pdf>
- [16]
Ceník - Zahradní zemina - Tříděná zemina - Ornice - Substráty - NAD Končice s.r.o. [online]. [vid. 19.7.2011]. Dostupné z <http://www.zemina-ornice-nad.cz/cenik/>

8. Seznam obrázků

Obrázek 1:	Těžká technika pro dopravu zeminy	15
Obrázek 2:	Příklad aplikace ADC materiálu na skládce.....	16
Obrázek 3:	Aplikace hydroosevu hadicí s tryskou, zařízení TM35-7R.....	22
Obrázek 4:	Aplikace hydroosevu věžovou stříkací jednotkou, zařízení C95	22
Obrázek 5:	Příklady využití hydroosevu - před a po aplikaci.....	24
Obrázek 6:	Zařízení Easy Lawn C95 v provedení dvouosý přívěs.....	25

Obrázek 7:	Zařízení Easy Lawn C95 v provedení kontejnerová nástavba	26
Obrázek 8:	Zařízení Easy Lawn Contractor SC60.....	26
Obrázek 9:	Zařízení Easy Lawn Contractor C95 LF	28
Obrázek 10:	Příprava a míchání ADC materiálu ve stroji	35
Obrázek 11:	Aplikace ADC materiálu na skládce	36
Obrázek 12:	Pohled na skládku Rakovka	42
Obrázek 13:	Aktivní otevřená plocha skládky Rakovka.....	43
Obrázek 14:	Hutnící technika skládky Rakovka.....	43
Obrázek 15:	Pohled na skládku TKO Bukov.....	48
Obrázek 16:	Aktivní otevřená plocha skládky Bukov a plocha pro další etapu	49
Obrázek 17:	Kompaktor BOMAG skládky TKO Bukov	49
Obrázek 18:	Pokrývání hydroizolačních folií a geotextilií zeminou	59
Obrázek 19:	Modelování povrchu skládkového tělesa	59
Obrázek 20:	Vymodelovaný povrch připravený pro hydroosev	60
Obrázek 21:	Nástřik hydroosevové směsi na rovinných plochách skládkového tělesa ..	60
Obrázek 22:	Nástřik hydroosevové směsi na svazích skládkového tělesa.....	61
Obrázek 23:	Povrch skládkového tělesa po aplikaci hydroosevu a výsadbě dřevin	61
Obrázek 24:	Povrch skládkového tělesa po aplikaci hydroosevu a výsadbě dřevin.....	62
Obrázek 25:	Povrch skládkového tělesa po vyklíčení osiva.....	62
Obrázek 26:	Povrch skládkového tělesa po vyklíčení osiva s dřevinami	63